

ESTUDIOS

ENFOQUE BIBLIOMÉTRICO DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN CIENCIAS DE LA SALUD EN PUERTO RICO A TRAVÉS DE LA BASE DE DATOS *SCIENCE CITATION INDEX* DURANTE EL PERÍODO DE 1990 A 1998

Laurie Ortiz Rivera*, Carlos Suárez Balseiro*, Elías Sanz Casado*

Resumen: Este trabajo identifica y expone algunas características de la producción científica en ciencias de la salud de instituciones radicadas en Puerto Rico durante el período de 1990 a 1998, utilizando para ello la base de datos del Science Citation Index (SCI), producida por el Institute for Scientific Information (ISI) de Filadelfia. Han sido utilizados indicadores bibliométricos unidimensionales y multidimensionales para mostrar su evolución en el tiempo. Se ha comprobado el aumento de la producción de los grupos de investigación en la isla en el área de ciencias de la salud, identificándose las principales áreas de investigación, así como algunos aspectos relacionados con la colaboración entre investigadores a nivel nacional e internacional. Además, se comprueba que la visibilidad de la investigación es alta y se exponen los hábitos en cuanto a la tipología documental y el idioma en que los investigadores dan a conocer su trabajo, así como las revistas más utilizadas para publicarlos.

Palabras clave: producción científica, Puerto Rico, ciencias de la salud, bibliometría, indicadores bibliométricos.

Abstract: This study identifies and sets out some of the characteristics of the scientific production in Health Science of institutions located in Puerto Rico over the period from 1990 to 1998, by using the Science Citation Index (SCI) database, produced by the Institute for Scientific Information (ISI) of Philadelphia. Some one-dimensional bibliometric indicators have been used and techniques of one-variant statistics analysis have been applied to demonstrate its evolution in time. The increase in production of the research groups from the island in the Health Science area has been tested and the main areas of research, as well as some aspects related to co-operation between researchers at national and international levels, have been identified. Furthermore, the high level of visibility in the research is verified and the habits related to documentary typology and language in which researchers release their work, as well as magazines used for their publication is highlighted.

Keywords: scientific production, Puerto Rico, Health Science, Bibliometrics, bibliometric indicators.

* Departamento de Biblioteconomía y Documentación. Universidad Carlos III Madrid.

Correo-e: elias@bib.uc3m.es

Recibido: 21-1-2001.

Introducción

Las ciencias de la salud han sido una de las áreas de mayor prioridad gubernamental local y federal durante las últimas décadas en Puerto Rico. El aumento de las aportaciones económicas destinadas al mejoramiento de los servicios de salud y la puesta en marcha de programas como la «Reforma de la Salud» han sido, entre otros, parte del interés que genera esta área en la isla. A lo anterior se añade el impulso que ha tenido la investigación dentro de programas académicos graduados y subgraduados, y los aumentos en la matrícula de estudiantes que se especializan en ciencias de la salud en diferentes instituciones académicas públicas y privadas.

Abordar la investigación en ciencias de la salud en Puerto Rico mediante la utilización de indicadores bibliométricos resulta interesante, no sólo por las características que éstos puedan evidenciar en relación con la forma en que se han dado a conocer los resultados de investigación en un período de tiempo determinado, sino por la información y los criterios que pueden proporcionar a los gestores de la política científica local, así como también para aquéllos que determinan la financiación que se destina a proyectos o grupos de investigación en diferentes áreas de investigación. Los indicadores bibliométricos permiten, además, explorar algunos de los elementos más significativos de los procesos de investigación, como son los patrones de colaboración científica hacia dentro y fuera del país, y las temáticas o frentes de investigación con mayor o menor auge que, entre otros factores, permiten establecer criterios para la toma de decisiones en lo que respecta a investigación y desarrollo.

El objetivo de este trabajo es mostrar algunos aspectos básicos que han caracterizado la producción científica de instituciones puertorriqueñas en el área de ciencias de la salud durante los años 1990 a 1998. Este conocimiento puede resultar útil porque aporta criterios válidos para complementar cualquier esfuerzo encaminado a establecer una valoración de la actividad investigadora que se lleva a cabo en la isla y su posible relación con los objetivos de la política científica del gobierno y otros sectores institucionales durante el período en cuestión.

Metodología

Para la realización de este trabajo se utilizaron los registros recuperados de la base de datos del Science Citation Index (SCI) durante los años 1990 a 1998, en cuyo campo de afiliación apareciera alguna institución radicada en Puerto Rico. Se ha seleccionado esta base de datos por ser la única que registra la procedencia de todos los autores firmantes, lo cual se ha considerado indispensable para analizar aspectos relacionados con la colaboración científica. Por otra parte, un estudio reciente (1) ha mostrado que Puerto Rico ocupa, en esta base de datos, el segundo lugar, entre los países de la región de Latinoamérica y el Caribe, en producción científica por habitante durante el período 1990-1998. Además, el SCI es una de las fuentes de mayor utilización para determinar el avance internacional de la ciencia y para la evaluación de la actividad investigadora, en las fundamentales áreas de ciencia y tecnología.

Se obtuvieron 805 registros que fueron importados al programa de gestión bibliográfica Procite utilizando sus facilidades de conversión y tratamiento de ficheros. Los

análisis estadísticos se realizaron con la hoja de cálculo EXCEL® en su versión 7.0 para Windows y el utilitario XLSTAT® 4.4.

Los indicadores bibliométricos utilizados para el análisis han sido la producción científica de los investigadores por año, sectores institucionales (universidades, hospitales, gobierno, industria, centros de investigación, organizaciones sin fines de lucro); tipología documental; capacidad idiomática; dispersión y visibilidad de las publicaciones; índice de coautoría y colaboración entre autores e instituciones locales e internacionales; y temática de las publicaciones. La visibilidad de las publicaciones se determinó a partir de las temáticas en las que habían sido clasificadas por el Journal Citation Reports/Science Citation Index (JCR/SCI) en los años 1994 y 1997. Las revistas se agruparon en cuartiles, según el orden en que aparecen de acuerdo con el factor de impacto correspondiente dentro de su campo disciplinar. Las revistas que se encuentran en el primero y segundo cuartil se considera que tienen una mayor visibilidad para la comunidad científica.

El análisis de colaboración se realizó identificando las instituciones que firman los registros. Aquéllos firmados por autores de una sola institución fueron clasificados como *no colaboración*. Los documentos que fueron firmados por autores de más de una institución ubicada en Puerto Rico fueron denominados como colaboración local. Los restantes fueron clasificados como *colaboración internacional* incluyendo los documentos realizados con instituciones de los Estados Unidos.

Resultados

Esfuerzo en inversiones para investigación y desarrollo

Entre los años 1990 a 1998 el gobierno federal de los Estados Unidos realizó aportaciones al gobierno de Puerto Rico que ascendieron a 150.087 millones de dólares. De los fondos que recibió el gobierno del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, el Departamento de Salud, que es el organismo de carácter normativo en la prestación de servicios de salud, obtuvo ayudas que ascendieron a 1.337,5 millones de dólares, lo que supuso un incremento en aportaciones de 299,37 por ciento entre los años 1990 al 1998 (Tabla I).

Tabla I.
Aportaciones federales al Departamento de Salud: Años fiscales
(en millones de dólares). Fuente: Informe Económico al Gobernador 1999.

Departamento de Salud	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Millones USD	79,5	89	90,4	81,9	96,3	125,1	127,6	330,2	317,5
Incremento porcentual (año base 1990)	-	11,95	13,71	3,02	21,13	57,36	60,50	315,35	299,37

Producción científica 1990-1998

La producción en ciencias de la salud ha mostrado una tendencia a aumentar durante la mayor parte del período bajo estudio, con un total de 805 documentos publicados. Como se observa, esta publicación de documentos aumenta respecto al año de inicio, siendo el último año el de mayor producción. En la tabla II se muestran los datos ordenados por frecuencias absolutas, relativas y el incremento de la producción científica respecto al año 1990.

Tabla II.
Documentos publicados por investigadores de instituciones puertorriqueñas durante el período de 1990 a 1998 recogidos en la base de datos del SCI.

<i>Año</i>	<i>Número de documentos SCI 90-98</i>	<i>%</i>	<i>Incremento % (año base 1990)</i>
1990	70	8,70%	-
1991	89	11,06%	27,14%
1992	62	7,70%	-11,43%
1993	79	9,81%	12,86%
1994	88	10,93%	25,71%
1995	95	11,80%	35,71%
1996	104	12,92%	48,57%
1997	106	13,17%	51,43%
1998	112	13,91%	60,00%

La tasa de crecimiento de la producción científica, tomando como base la producción registrada en el año 1990, se ha mantenido en alza durante todo el período excepto el año 1992 donde muestra una bajada de -11,43%. Sin embargo, los años siguientes muestran un crecimiento sin interrupción. El año 1998 sobrepasa la producción del año 1990 en un 60%, siendo la más alta de todo el período, seguido del año 1997 con un 51,43%, y el año 1996 con el 48,57%. Algunas posibles causas en el bajo índice de 1992 podrían estar relacionadas con el lento crecimiento del producto interior bruto de Puerto Rico durante los primeros años de la década (en 1991 y 1992 el crecimiento anual del PIB fue de 0,9% y 0,8% respectivamente, mientras que entre 1993 y 1998 hubo un crecimiento promedio de 3,2%); y con la baja asignación de fondos federales (2).

La disminución de fondos tiene una considerable repercusión en la investigación que se realiza en la isla, específicamente en el Recinto de Ciencias Médicas de la Universidad de Puerto Rico. Durante los años fiscales 1996-97 y 1997-98, los proyectos de investigación realizados en dicho recinto fueron subvencionados mayormente por agencias externas, un 64% en 1996-97 y un 84% en 1997-98 (3). Otras causas relacionadas con la producción científica, específicamente dentro del sector universitario, son los incentivos otorgados a los profesores para fomentar la investigación y que se traducen en descargo en tiempo docente, la obtención de años sabáticos, realización de estancias de investigación, la provisión de recursos fiscales, y otros.

Producción científica por municipios

Puerto Rico está dividido en varias municipalidades, de las cuales sólo aquellas cercanas a la ciudad capital (San Juan) son las que muestran un mayor desarrollo económico y es donde se concentra la gran mayoría de los recursos humanos e industriales de la isla. Todo ello propicia que el municipio de San Juan tenga una mayor producción científica durante todo el período de estudio, con un 93,47% de publicaciones. Los municipios de Mayagüez, Bayamón, Ponce, Toa Baja, Cayey, Humacao y Caguas no superan individualmente el 2% de documentos publicados durante el período (Tabla III).

Tabla III.

Documentos publicados según su área geográfica (municipios) en Puerto Rico durante el período de 1990 a 1998 recogidos en la base de datos del SCI.

<i>Municipio</i>	<i>Número de documentos</i>	<i>%</i>
San Juan	573	93,47%
Mayagüez	12	1,96%
Bayamón	9	1,47%
Ponce	6	0,98%
Toa Baja	6	0,98%
Cayey	3	0,49%
Humacao	3	0,49%
Caguas	1	0,16%
Total	613	100,00%

Producción científica por sectores institucionales

La Universidad es el sector institucional con mayor producción científica (71,33%), seguida por los Hospitales (18,82%). Los sectores de Gobierno (7,88%), Industria (1,64%) y Organizaciones sin fines de lucro (0,33%) presentan valores bastante más bajos y considerablemente alejados de la producción científica del sector universitario (Tabla IV).

Tabla IV

Documentos publicados por sectores institucionales en Puerto Rico durante el período de 1990 a 1998 recogidos en la base de datos del SCI.

<i>Institución</i>	<i>Número de documentos</i>	<i>%</i>	<i>% Acumulado</i>
Universidades	652	71,33%	71,33%
Hospitales	172	18,82%	90,15%
Gobierno	72	7,88%	98,03%
Industria	15	1,64%	99,67%
Organización sin fines de lucro	3	0,33%	100,00%

Según los informes de la Organización Panamericana de la Salud, las actividades de investigación en Puerto Rico están asociadas a los centros universitarios en coor-

dinación con el Departamento de Salud. Entre las instituciones académicas, la Universidad de Puerto Rico, que es de carácter público, ha realizado grandes aportes al área de las ciencias de la salud desde su fundación, puesto que este centro académico registra la mayor producción científica, con un total de 618 documentos (88,92%). Esta característica está acorde con los objetivos institucionales que buscan convertir la universidad en una institución líder en todo lo relacionado con políticas de ciencia y tecnología en la isla, así como lograr que sus investigadores sean más activos y competitivos a nivel local e internacional (4). La diferencia de esta institución respecto a sus homólogas, Universidad Central del Caribe, Escuela de Medicina de Ponce, Escuela de Medicina San Juan Bautista y Universidad Interamericana de Puerto Rico, es considerable, tal y como puede observarse en la tabla V. En este sentido, es importante tomar en cuenta las diferencias en cuanto a prioridades institucionales que tienen estos centros, el apoyo que brindan a los profesores para dedicarse a la investigación, las áreas de investigación que desarrollan y los fondos con que cuentan para realizar su actividad investigadora.

Tabla V. Documentos publicados por el sector universitario en Puerto Rico durante el período de 1990 a 1998 recogidos en la base de datos del SCI.

<i>Instituciones Académicas</i>	<i>Número de documentos</i>	<i>%</i>
Universidad de Puerto Rico	618	88,92%
Universidad Central del Caribe	37	5,32%
Escuela de Medicina de Ponce	34	4,89%
Escuela de Medicina San Juan Bautista	5	0,72%
Universidad Interamericana de Puerto Rico	1	0,14%
Total	695	100%

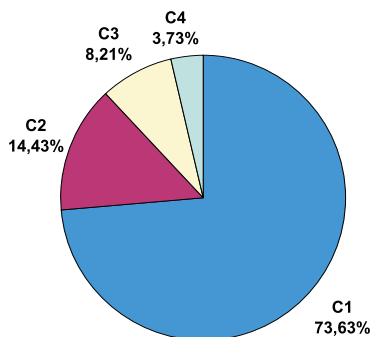
El aumento de la producción científica dentro del sector universitario está estrechamente relacionado con la disponibilidad de infraestructura y con los recursos técnicos que dan apoyo a programas de investigación, así como con el número de propuestas de proyectos de investigación sometidas a consideración y finalmente aprobadas. El Recinto de Ciencias Médicas de la Universidad de Puerto Rico cuenta con un buen apoyo para la investigación, tanto en infraestructura como en la preparación de personal, destacando la existencia de diferentes centros y laboratorios de investigación.

Por otra parte, la menor producción científica en los sectores de Gobierno e Industria, puede deberse a la percepción de estos sectores de que la actividad científica es de tipo intelectual propia casi en exclusividad de la Universidad (5); de esta forma es la Universidad la institución que, casi en exclusiva, lleva el peso de la investigación que se realiza en el país. Por otra parte, la industria, y muy especialmente la farmacéutica, además de estar condicionada por las exigencias del secreto industrial, tiene carácter multinacional, realizando la investigación en su país de origen (principalmente en los Estados Unidos), lo cual es un fenómeno que ocurre en muchos países en desarrollo.

Visibilidad de la producción científica

Las revistas científicas en que publican los investigadores en ciencias de la salud ocupan posiciones de alto factor de impacto. Un 73,63% de ellas están ubicadas en el primer cuartil dentro de sus respectivas especialidades, lo cual indica que, en términos generales, la visibilidad alcanzada por la investigación en ciencias de la salud en Puerto Rico, durante todo el período estudiado, ha sido alta, ya que en el primer cuartil se agrupan las revistas clasificadas por el JCR/SCI con un factor de impacto considerablemente elevado (Figura 1). El segundo cuartil representa el 14,43% de las publicaciones, de manera que el 88,06% de las revistas en las que se ha publicado ocupan el primero y segundo cuartiles. En mucho menor porcentaje aparecen las publicaciones del tercero (8,21%) y cuarto (3,73%) cuartiles. Estos resultados permiten afirmar que las publicaciones que realizan los científicos en ciencias de la salud tienen una mayor visibilidad, en relación con el patrón observado en la investigación de Puerto Rico en Ciencia y Tecnología en general, utilizando la misma fuente del SCI en la isla durante el mismo período, puesto que el primero (64,01%) y segundo (19,94%) cuartiles sumaron el 83,95% de los documentos (1).

Figura 1.
Visibilidad de la producción científica en ciencias de la salud. Años 1990-1998.



Publicaciones científicas más utilizadas por los investigadores en el área de Ciencias de la Salud en Puerto Rico.

La producción científica en ciencias de la salud, identificada en el SCI durante el período 1990-1998, está publicada en 274 revistas, de las cuales 38 títulos recogen 406 artículos, lo que representa el 50,43% de la producción total (Tabla VI). El 49,57% restante de artículos publicados está distribuido en 236 revistas, que representan el 86,13% del total de revistas utilizadas, mientras que los 38 títulos más productivos sólo representan el 13,87% de ese total. Debe señalarse que de las 274 revistas, 193 (70,44%) recogen sólo uno o dos artículos lo que representan una aportación al total de trabajos publicados del 31,16%.

Tabla VI. Revistas en las que se recoge el 50,43% de los documentos publicados durante el período de 1990 a 1998 en la base de datos del SCI.

<i>Revistas</i>	<i>Núm. Acum. Rev.</i>	<i>Núm. Art.</i>	<i>Núm. Acum. Art.</i>	<i>% Acum.</i>
TRANSPLANTATION PROCEEDINGS	1	30	30	3,73%
AMERICAN JOURNAL OF TROPICAL MEDICINE AND HYGIENE	2	25	55	6,83%
CLINICAL RESEARCH	3	25	80	9,94%
JOURNAL OF DENTAL RESEARCH	4	18	98	12,17%
INTERNATIONAL JOURNAL OF RADIATION ONCOLOGY BIOLOGY PHYSICS	5	17	115	14,29%
INVESTIGATIVE OPHTHALMOLOGY & VISUAL SCIENCE CANCER	6	17	132	16,40%
BRAIN RESEARCH	7	16	148	18,39%
JOURNAL OF INFECTIOUS DISEASES	8	15	163	20,25%
HYPERTENSION	9	15	178	22,11%
NEUROSCIENCE LETTERS	10	13	191	23,73%
PEDIATRIC RESEARCH	11	13	204	25,34%
GASTROENTEROLOGY	12	13	217	26,96%
JOURNAL OF CARDIOVASCULAR PHARMACOLOGY	13	12	229	28,45%
JAMA-JOURNAL OF THE AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION	14	11	240	29,81%
JOURNAL OF NEUROCHEMISTRY	15	10	250	31,06%
PEDIATRIC INFECTIOUS DISEASE JOURNAL	16	9	259	32,17%
JOURNAL OF THE AMERICAN ACADEMY OF CHILD AND ADOLESCENT PSYCHIATRY	17	9	268	33,29%
JOURNAL OF THE AMERICAN ACADEMY OF DERMATOLOGY	18	8	276	34,29%
NEW ENGLAND JOURNAL OF MEDICINE	19	8	284	35,28%
PEDIATRICS	20	8	292	36,27%
AMERICAN JOURNAL OF EPIDEMIOLOGY	21	8	300	37,27%
AMERICAN JOURNAL OF MEDICINE	22	7	307	38,14%
GLIA	23	7	314	39,01%
INTERNATIONAL JOURNAL OF DERMATOLOGY	24	7	321	39,88%
JOURNAL OF ACQUIRED IMMUNE DEFICIENCY SYNDROMES AND HUMAN RETROVIROLOGY	25	7	328	40,75%
JOURNAL OF NUCLEAR MEDICINE	26	7	335	41,61%
JOURNAL OF PEDIATRICS	27	7	342	42,48%
AMERICAN JOURNAL OF DERMATOPATHOLOGY	28	7	349	43,35%
AMERICAN JOURNAL OF PHYSIOLOGY	29	6	355	44,10%
ARTHRITIS AND RHEUMATISM	30	6	361	44,84%
BLOOD	31	6	367	45,59%
CLINICAL ORAL IMPLANTS RESEARCH	32	6	373	46,34%
EUROPEAN JOURNAL OF NEUROSCIENCE	33	6	379	47,08%
JOURNAL OF COMPARATIVE NEUROLOGY	34	6	385	47,83%
AIDS	35	6	391	48,57%
AMERICAN JOURNAL OF OPHTHALMOLOGY	36	5	396	49,19%
AMERICAN JOURNAL OF THE MEDICAL SCIENCES	37	5	401	49,81%
	38	5	406	50,43%

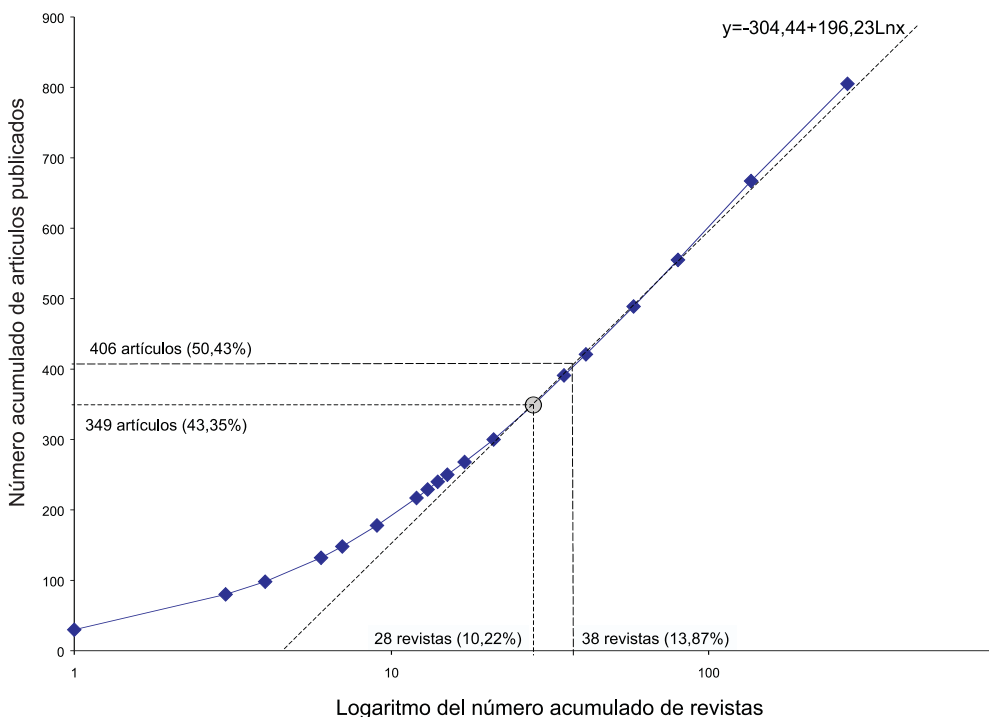
Para el análisis de la dispersión de la literatura y la determinación del cumplimiento de la ley de Bradford, en la figura 2, se muestra la expresión gráfica de dicha ley donde se han señalado, además, el núcleo determinado de forma analítica (A), y

el punto que marca la cantidad de revistas que recoge el 50,43% de todos los documentos publicados (B). El gráfico también muestra la ecuación de la recta ajustada, que ha sido calculada siguiendo el modelo propuesto por Ferreiro (6) basado en los trabajos de Brookes (7).

En este caso, el ajuste lineal conseguido es muy bueno ($R^2 = 0,999$), lo cual permite determinar con precisión el inicio de la fracción recta de la curva extrapolando los valores calculados de la variable dependiente (Anexo 1).

De esta forma se obtiene un núcleo compuesto por 28 títulos de revistas que recogen 349 artículos (43,35%). Puede apreciarse la diferencia existente con los valores encontrados para la mitad de todo lo publicado (50,43%), donde se señalaban 10 títulos más de revistas (38) y 406 artículos.

Figura 2.
Representación gráfica de la ley de Bradford



Temática de investigación

Las temáticas de investigación en ciencias de la salud son muy variadas, pero en las que más se publican son: Neurociencias (12,92%), Medicina-General-Interna (6,58%), Pediatría (5,71%), Medicina-Investigación-Experimentación (5,22%), Oftalmología (4,47%), Enfermedades-Infecciosas (4,35%), Sistema-Cardiovascular (4,22%), Odontología-Cirugía Oral-Medicina (4,22%), y Transplantes (4,10%). Éstas represen-

tan el 51,80% del total de temáticas que tratan los trabajos de investigación de los científicos puertorriqueños (Anexo 2).

Colaboración científica entre autores

En la mayoría de las disciplinas, la colaboración entre los investigadores está experimentando continuos incrementos, debido, entre otras causas, a la mayor complejidad de los proyectos de investigación, que requieren la colaboración de un mayor número de científicos de distintas especialidades. Arunachalam y Jinandra Doss (8) indican que en la actualidad los investigadores necesitan cada vez más unos de otros para la creación de nuevo conocimiento, y los grupos de investigación buscan la formación de redes de trabajo en su área con el objetivo de alcanzar una mayor visibilidad y reconocimiento en la comunidad científica a la que pertenecen.

Por otra parte, la colaboración científica parece aumentar la productividad, movilidad y visibilidad de los investigadores. La coautoría puede aumentar la posibilidad de aceptación por parte de una publicación de prestigio, el crédito científico, el impacto y la citación, más aún si conlleva una colaboración internacional (9).

El estudio muestra que el índice de coautoría medio durante el período analizado fue de 5,25 autores por documento. La media de autores por documento ha ido en aumento respecto al comienzo de la década, puesto que en 1990 el índice de coautoría fue de 4,13 y en 1998 se elevó hasta 5,62 autores por documento, siendo los años 1994 y 1995 los de mayor cantidad de autores por documentos, con 6,94 y 6,87 respectivamente (Figura 3).

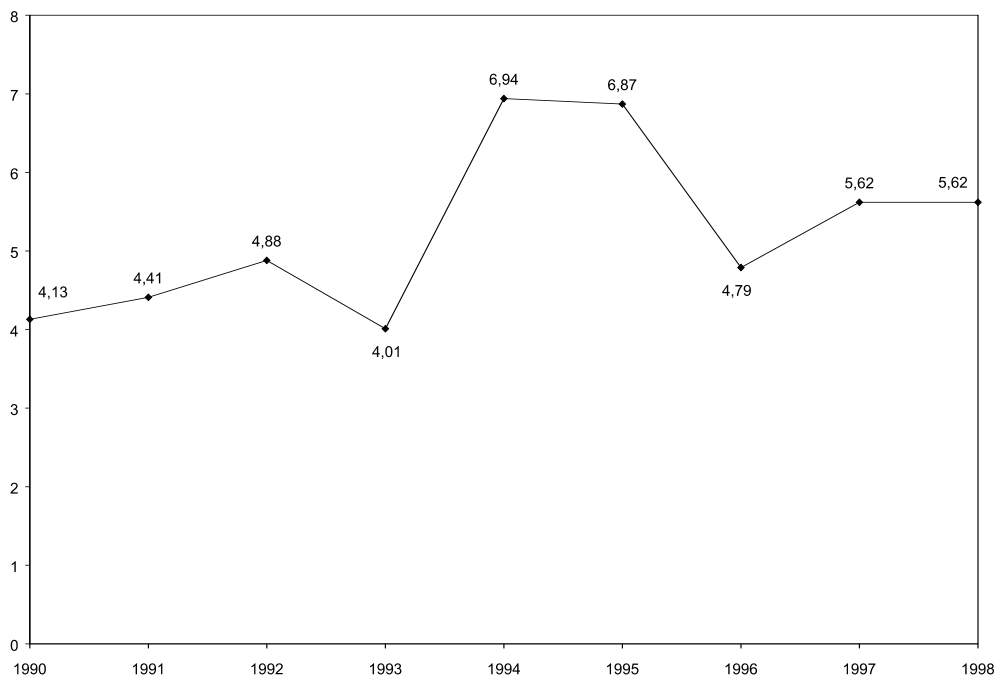
Esta tendencia de aumento en el número de autores firmantes en trabajos científicos es un fenómeno señalado en otros estudios como característico de la ciencia moderna en la última década (10, 11, 12), dado que la investigación científica actual requiere cada vez más y mejores recursos humanos y materiales para llevarse a cabo.

Colaboración con países

Los estudios sobre colaboración científica realizados por Shubert y Braun (13) y por Narin, Stevens y Withlow (14) concluyen que las fronteras nacionales y las distancias geográficas influyen significativamente en este indicador. La tendencia en países con comunidades científicas pequeñas es mantener altos índices de colaboración con instituciones de otros países, debido a que los científicos de países con comunidades científicas grandes encuentran más fácilmente colaboradores dentro de sus fronteras que los de países con comunidades científicas pequeñas (8). También se ha descrito en la literatura que se colabora más con los países geográficamente próximos, o con aquéllos con los que se tiene una lengua común, nexos históricos o socioeconómicos (11, 15). Trabajos más recientes (16) han confirmado que los factores culturales y lingüísticos tienen efectivamente una notable influencia en los patrones de colaboración científica.

Del total de documentos recuperados del SCI (805 publicaciones), el 75,16% están realizados en colaboración; de éstos, un 25,45% con colaboración local y un 74,55% con colaboración internacional. Estos resultados reflejan la fuerte tendencia de los in-

Figura 3.
Evolución temporal del índice de coautoría en
ciencias de la salud durante el período de 1990 a 1998



vestigadores en Puerto Rico a colaborar con instituciones externas a la isla, lo cual se considera un fenómeno que caracteriza a la ciencia en países pequeños y que se ve confirmado en estudios recientes sobre la producción científica en estos países (8).

La colaboración que mantiene Puerto Rico con el resto del mundo se ha analizado por regiones: Unión Europea, Norteamérica, Latinoamérica, Resto de Europa, Asia y Otros (Australia-Oceanía, Oriente Medio, África) (tabla VII). La mayor colaboración que mantiene Puerto Rico es con Norteamérica (71,06%), lo cual se justifica por los estrechos vínculos de carácter político, social y económico que se mantienen con los Estados Unidos. La segunda región de mayor colaboración internacional la conforman los países de la Unión Europea que representan un 17,64%. Estos resultados coinciden con los obtenidos por otros autores sobre colaboración científica en países latinoamericanos y del Caribe, donde Estados Unidos es el mayor colaborador en ciencia y tecnología, y en segundo lugar los países de la Unión Europea (11). La colaboración con Latinoamérica es menor y representa un 3,60%, siendo especialmente llamativa la ausencia de colaboración con los países que componen las Antillas caribeñas.

Tabla VII. Distribución de la colaboración internacional por zonas geográficas 1990-1998

<i>Región</i>	<i>Número de documentos</i>	<i>%</i>	<i>% Acumulado</i>
Norteamérica	415	71,06%	88,70%
Unión Europea	103	17,64%	17,64%
Latinoamérica	21	3,60%	92,30%
Resto de Europa	15	2,57%	94,87%
Asia	14	2,40%	97,26%
Otros	16	2,74%	100%
Australia-Oceanía	8	50,00%	50,00%
Medio Oriente	7	43,75%	93,75%
África	1	6,25%	100%

Si se analiza la colaboración científica por países (Anexo 3), los que siguen a los Estados Unidos (65,58%) son Alemania (5,99%) y Canadá (5,48%). Les siguen países europeos como España (3,08%), Reino Unido (2,74%), Francia (2,57%), Italia y Suiza (1,37%) respectivamente. Los países latinoamericanos con los cuales Puerto Rico ha mantenido colaboración son: Brasil (1,03%), Bolivia, Chile y México (0,51%), Argentina (0,34%), Colombia, Honduras, Panamá y Venezuela (0,17%) respectivamente. En ciencias de la salud no se observa colaboración con países caribeños como Cuba, República Dominicana, Haití y Jamaica, entre otros, aunque es importante aclarar que esto puede responder a factores relacionados con la cobertura de la base de datos, lo que no significa que no existan lazos de colaboración entre estos países.

Tipología documental y capacidad idiomática

El artículo científico es el medio más utilizado para la comunicación entre los científicos puertorriqueños (69,19%), seguido por las actas de congresos (20,00%) (tabla VIII). Las notas, cartas, editoriales y otros tipos documentales representan un 10,81% del total. Estos resultados coinciden con la tendencia observada en estudios anteriores sobre la comunidad científica puertorriqueña en el área de las ciencias básicas (17).

Tabla VIII. Tipología documental 1990-1998

<i>Tipo de documento</i>	<i>Número de documentos</i>	<i>%</i>	<i>% Acumulado</i>
Artículo	557	69,19%	69,19%
Congresos - Reseñas	161	20,00%	89,19%
Notas	35	4,35%	93,54%
Cartas	28	3,48%	97,02%
Otros	24	2,98%	100%
Reseñas	11	45,83%	45,83%
Editoriales	5	20,83%	66,67%
Reimpresiones	3	12,50%	79,17%
Correcciones	2	8,33%	87,50%
Discusión	2	8,33%	95,83%
Biografías	1	4,17%	100%

El inglés es el idioma utilizado durante todo el período (100%). Las razones para la utilización predominante del idioma inglés están en la amplia aceptación del mismo como idioma internacional de las ciencias básicas, experimentales y tecnológicas, además del fuerte sesgo idiomático en favor de este idioma que tiene el SCI, aspecto que ha sido analizado con anterioridad por diferentes autores (18, 11, 19, 20). A esto se suma la oficialidad del idioma inglés en Puerto Rico, la relación centenaria que se mantiene con los Estados Unidos, y el que en gran parte, si no en su mayoría, los fondos para realizar las investigaciones en ciencias de la salud provengan de los Estados Unidos. Esto último es debido a que en Puerto Rico se dedica a Investigación y Desarrollo aproximadamente entre el 0,27% y 0,3% del Producto Interno Bruto (21, 22), lo cual difícilmente pueda mantener e incentivar extensamente la investigación que se realiza en la isla. Sin la aportación de fondos federales, la investigación científica en la isla estaría reducida. Estos antecedentes influyen decididamente en los patrones de colaboración científica y en el desarrollo de proyectos de investigación de las instituciones puertorriqueñas.

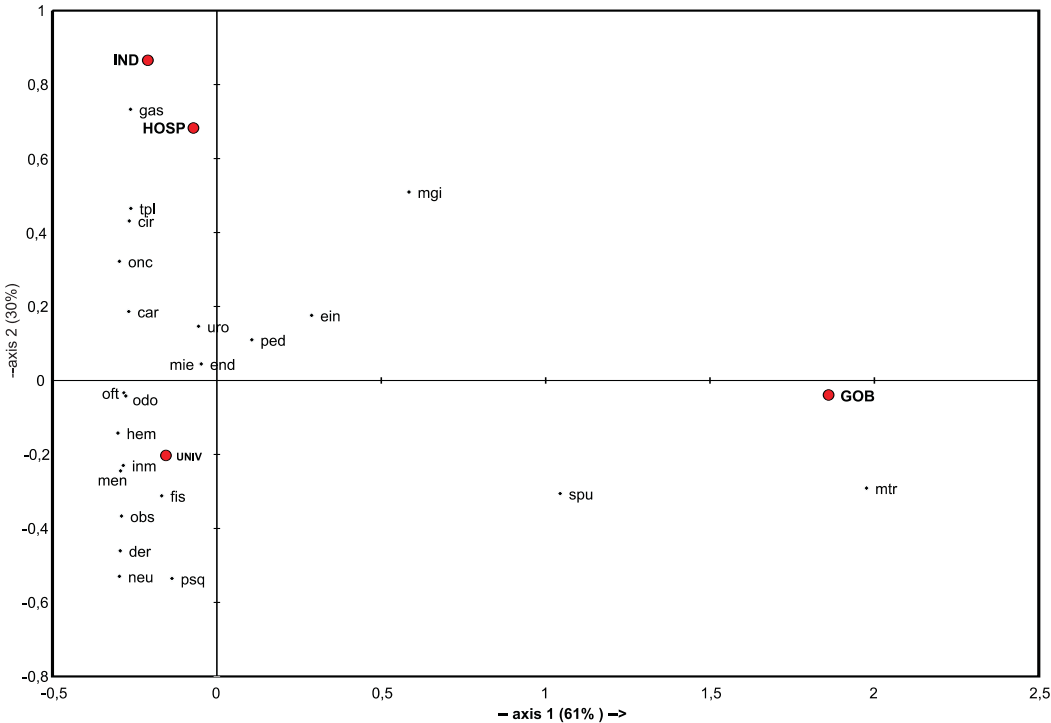
Relaciones entre sectores institucionales y temáticas de investigación

Se han relacionado los trabajos pertenecientes a las distintas áreas científicas con los sectores institucionales a los que pertenecen los autores firmantes. La metodología utilizada es el Análisis de Correspondencias Simple, una herramienta de análisis multivariable que permite, a partir de la consideración de las diversas categorías en que se dividen cada una de las dos variables implicadas en el análisis (sector institucional y temática en este caso), conocer y establecer las relaciones entre dichas variables, así como analizar la existencia de asociación entre ellas y transformar una tabla con información numérica en una representación gráfica que facilite la interpretación de los datos.

En la figura 4 se representa el mapa obtenido a partir del Análisis de Correspondencias Simple entre las categorías temáticas y las instituciones autoras de trabajos sobre dichas áreas a lo largo de los nueve años del estudio (1990-1998). Para facilitar la interpretación de los mapas se han representado únicamente las temáticas más productivas, considerando como tales las que aportan al menos un 1% al total de la producción, y de igual forma no está representado el sector denominado como instituciones sin fines de lucro por su escaso aporte en el período analizado. También se incluye la contribución a la inercia de las dos primeras dimensiones. En este caso la primera dimensión explica el 61% de la inercia total y la segunda el 30%, por lo que se obtiene un acumulado del 91% para explicar la variabilidad total del mapa.

Las temáticas situadas cerca del origen, como Endocrinología y Metabolismo (end) y Medicina Investigación Experimental (mie), son el centro de atención por parte de la mayoría de los sectores institucionales. Las áreas temáticas más alejadas del origen son aquéllas que interesan más a determinados sectores; este el caso de Medicina Tropical (mtr), situada en el cuadrante inferior derecho, con la que se relaciona más el sector que agrupa a instituciones del gobierno. Otro caso es el de Gastroenterología y Hepatología (gas), situado en el cuadrante superior izquierdo, donde la relación más evidente es con la industria y las instituciones de salud (hospital). Sin embargo, la Uni-

Figura 4.
Mapa de relaciones entre temáticas y sectores institucionales.



versidad es el sector institucional más cercano al centro, casi en solitario, respecto a todos los demás, evidenciando el hecho de que el sector universitario mantiene, lógicamente, una actividad investigadora en muchas de las áreas temáticas incluidas en el mapa. Los sectores que aparecen muy distantes entre sí presentan perfiles de especialización diferentes, como ocurre entre Universidad y Gobierno, y entre Universidad y Hospital e Industria. Por el contrario, las instituciones representadas por puntos muy próximos entre sí comparten áreas temáticas de interés, por ejemplo, Industria y Hospital.

Conclusiones

Las ciencias de la salud en Puerto Rico han mostrado un incremento casi constante en su producción desde principios de la década de los noventa, lo que indica que es un área que aún se mantiene en crecimiento. Este aumento de la producción científica ha sido del 60% en 1998, con respecto a los valores de 1990.

La mayor actividad científica en las instituciones puertorriqueñas se realiza en las universidades (71,33%), y entre éstas, la Universidad de Puerto Rico es la institución

de mayor producción, siendo el Recinto de Ciencias Médicas (RCM) la unidad académica y de investigación científica que asume el liderazgo investigador en dicha área. Esto se debe principalmente a la vinculación que ha tenido la Universidad de Puerto Rico con el desarrollo de las ciencias de la salud. La consolidación de la Escuela de Medicina a mediados del siglo pasado y la progresiva ubicación de un mayor número de escuelas en el RCM, le convierte en la mayor unidad de programas relacionados con la salud ofrecidos por el sistema educativo de la Universidad de Puerto Rico. Por ende, el crecimiento y aumento de ofertas académicas influye en sus prácticas de investigación. La investigación científica ha sido identificada como una de las prioridades institucionales, siendo fomentada mediante diferentes programas y otras actividades.

En este sentido, destacan las llevadas a cabo a través del Instituto de Neurobiología, el Instituto de Investigación de Ciencias del Comportamiento y de programas federales como el Minority Biomedical Research Support (MBRS), y el Research Center for Minority Institutions (RCMI); este último opera en varias universidades locales y su objetivo primordial es fomentar la investigación en ciencias de la salud entre minorías en los Estados Unidos. La proyección internacional de esta institución ha aumentado en los últimos años debido a los diversos proyectos de colaboración que existen con instituciones de otros países, tanto en el área de la enseñanza como en la elaboración de trabajos científicos.

Por otra parte, los sectores Hospital, Gobierno, Industria y Organizaciones sin fines de lucro publican documentos muy por debajo del sector universitario. Esto puede ser el resultado de varios factores que influyen de forma definitiva en cada uno de los sectores, como son el contar con suficiente personal especializado e instrumental científico, tener acceso a incentivos económicos y profesionales, y disponer de fondos para el financiamiento de la investigación.

Existe una gran concentración en la producción científica por área geográfica, puesto que en San Juan, la ciudad capital, se realiza el 93,47% de la misma, mientras que la producción en el resto de municipalidades es mínima y cada una no supera el 2% durante todo el período analizado. Esta concentración, aunque es bastante frecuente en algunos países, puede considerarse negativa para una mejor distribución del conocimiento generado entre la población que la sufre.

La visibilidad de los documentos publicados por los científicos durante el período bajo estudio ha sido alta. Las publicaciones con alto factor de impacto situadas en el primero y segundo cuartiles, suman el 88,06%, siendo el primer cuartil el 73,63%. Esto significa que los científicos puertorriqueños de ciencias de la salud son conscientes de la importancia de difundir los resultados de sus investigaciones en revistas de alta visibilidad con el fin de potenciar su alcance internacional. Este resultado también muestra que la investigación en ciencias de la salud se publica en revistas de la mayor visibilidad si se contrasta con los resultados de toda la producción científica y tecnológica (64,01%) de la isla para el mismo período (1).

Los principales temas en los que publican los científicos puertorriqueños durante todo el período son Neurociencias, Medicina-General-Interna, Pediatría, Medicina-Investigación-Experimentación, Oftalmología, Enfermedades-Infecciosas, Sistema-Cardiovascular, Odontología-Cirugía Oral, y Transplantes. Estas temáticas representan el 51,80% de todas ellas.

Es recomendable que el perfil de investigación de un país responda a sus necesidades e intereses locales, así como que algunas áreas incluyan temas de investigación

de interés transnacional. Por ello, áreas como las neurociencias, tema de interés para los países desarrollados, aparece entre las áreas de mayor investigación en Puerto Rico. La mayoría de las áreas temáticas de investigación que aparecen en este estudio coinciden con los principales programas que potencian la investigación en ciencias de la salud, algunos de los cuales se han desarrollado en el sector universitario como parte de sus ofrecimientos académicos y en programas federales de apoyo a la investigación como los mencionados anteriormente. A éstos se unen las prioridades de salud pública del gobierno y sus programas de servicio a la comunidad.

La colaboración entre autores está bastante desarrollada, registrándose un índice de coautoría medio para todo el período de 5,25 autores por documento. Aunque el índice de coautoría ha tenido fluctuaciones de año a año, este resultado muestra que los hábitos de colaboración entre los científicos coinciden con el aumento observado por otros autores en áreas dentro de las ciencias de la salud (23, 24). Los países con los que los investigadores puertorriqueños colaboran son principalmente países industrializados como los Estados Unidos y Canadá, junto a países de la Unión Europea. También se mantiene colaboración con Brasil, Bolivia, Chile, México, y en menor grado Argentina, Colombia, Honduras, Panamá y Venezuela. Hay que señalar que no se ha observado colaboración con países de las Antillas del Caribe.

El idioma inglés es utilizado en la totalidad de las publicaciones. La tipología documental más utilizada para la publicación de los resultados de investigación es el artículo (69,19%) y las actas de congresos (20,%), mientras que el interés por publicar en otro tipo de documentos es muy escaso.

El conocimiento que se desprende de los datos obtenidos en este estudio puede resultar de utilidad para los responsables de la sanidad pública, así como para los gestores de la política científica y tecnológica, puesto que aportan criterios válidos sobre la investigación que se realiza en ciencias de la salud en Puerto Rico. Sin embargo, es importante la elaboración de estudios bibliométricos que incluyan indicadores cualitativos para una mayor profundización en el área y sus disciplinas.

Bibliografía

1. ORTIZ RIVERA, L.; SANZ CASADO, E., y SUÁREZ BALSEIRO, C. Scientific production in Puerto Rico in science and technology during the period 1990 to 1998. *Scientometrics*. 2000; vol. 49, n.º 3, pp. 403-418.
2. Gobierno de Puerto Rico. Junta de Planificación. *Informe económico al Gobernador 1999*. San Juan, Puerto Rico: Junta de Planificación; 2000.
3. Universidad de Puerto Rico. Recinto de Ciencias Médicas. Oficina de Investigación Institucional y Académica. *Informe Anual 1996-97 y 1997-98*. San Juan, Puerto Rico: Recinto de Ciencias Médicas, Universidad de Puerto Rico; 2000.
4. MALDONADO, N. Education on the road to excellence [página web]. 1998. Disponible en: <http://www.nsf.gov/>.
5. FERNÁNDEZ, J. R. *Política pública para la ciencia en Puerto Rico. Ciencia y política en Puerto Rico*. San Juan, Puerto Rico: Ateneo Puertorriqueño; 1990; pp. 37-43.
6. FERREIRO ALÁEZ, L. *Bibliometría: (análisis bivariante)*. 1993; Madrid: ESPASA.
7. BROOKES, B. C. Bradford's law and the bibliography of science. *Nature*. 1969; vol. 224, n.º 5523, pp. 953-956.

8. ARUNACHALAM, S. y JINANDRA DOSS, M. Science in a small country at a time of globalization: domestic and international collaboration in new biology research in Israel. *Journal of Information Science*, 2000, vol. 26, n.º 1, pp. 39-49.
9. MORILLO ARIZA, F; BORDONS, M. y GÓMEZ, I. An approach to interdisciplinarity through bibliometric indicators. *Scientometrics*, 2000, vol.51, n.º 1, pp. 203-222.
10. GLÄNZEL, W.; SCHUBERT, A. y CZERWON, H. J. A bibliometric analysis of international scientific cooperation of the European Union (1985-1995). *Scientometrics*. 1999; vol. 45, n.º 2, pp. 185-202.
11. FERNÁNDEZ, M. T.; GÓMEZ, I., y SEBASTIÁN, J. La cooperación científica de los países de América Latina a través de indicadores bibliométricos. *Interiencia*. 1998; vol. 23, n.º 6, pp. 328-337.
12. GLÄNZEL, W. y DE LANGE, C. Modelling and measurement multilateral co-authorship in international scientific collaboration. Part II. A comparative study on the extent and change of international scientific collaboration links. *Scientometrics*. 1997; vol. 40, n.º 3, pp. 605-626.
13. SHUBERT, A. y BRAUN, T. International collaboration in the sciences, 1981-1985. *Scientometrics*. 1990; n.º 19, pp. 3-10.
14. NARIN, F.; STEVENS, K., y WHITLOW, E. S. Scientific co-operation in Europe and the citation of multinationally authored papers. *Scientometrics*. 1991; vol. 21, n.º 3, pp. 313-323.
15. FRAME, J. D. y CARPENTER, M. P. International research collaboration. *Social Studies of Science*. 1979; n.º 9, pp. 481-497.
16. MELIN, G. Impact of national size on research collaboration: A comparison between European and American universities. *Scientometrics*. 1999; vol. 46, n.º 1, pp.161-170.
17. SANZ CASADO, E. *Estudio bibliométrico de la producción científica del Departamento de Química del Recinto de Río Piedras de la Universidad de Puerto Rico durante el período 1989-1994*. Río Piedras, Puerto Rico; 1995.
18. MOYA ANEGÓN, F. y JIMÉNEZ CONTRERAS, E. Topografía de la ciencia mundial. *El Profesional de la Información*. 1999; vol. 8, n.º 7-8, pp.40-42.
19. SPINAK, E. Los análisis cuantitativos de la literatura científica y su validez para juzgar la producción latinoamericana. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*. 1996; vol. 120, n.º 2, pp.139-145.
20. GÓMEZ, I y BORDONS, M. Limitaciones en el uso de los indicadores bibliométricos para la evaluación científica. *Política Científica*. 1996, n.º 46, pp. 21-26.
21. CASELLAS, C. T. Diminuta la inversión en la investigación. *El Nuevo Día*. San Juan, Puerto Rico; 2000, 19; p. 14.
22. GÓMEZ, M. *La necesidad de acelerar la implantación de la política de ciencia y tecnología de Puerto Rico mediante una alianza del sector académico e industrial catalizada por el sector de gobierno*. San Juan, Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico; 1999.
23. CRONIN, B. Hyperauthorship: A postmodern perversion or evidence of a structural shift in scholarly communication practices? *Journal of the American Society for Information Science and Technology*. 2001; vol. 52, n.º 7, pp. 558-569.
24. KING, J. T. How many neurosurgeons does it take to write a research article? Authorship proliferation in neurosurgical research. *Neurosurgery*. 2000; vol. 47, n.º 2, pp. 435-440.

ANEXO 1

<i>Número de Revistas (a)</i>	<i>Acumulado de Revistas (x)</i>	<i>Artículos(y)</i>	<i>Número de Artículos (a.y)</i>	<i>Acumulado de Artículos (y obs.)</i>	<i>Artículos Extrapolados (y cal.)</i>	<i>D%</i>
1	1	30	30	30	-304,74	-109,84%
2	3	25	50	80	-89,16	-189,73%
1	4	18	18	98	-32,71	-399,63%
2	6	17	34	132	46,86	181,71%
1	7	16	16	148	77,11	91,94%
2	9	15	30	178	126,42	40,80%
3	12	13	39	217	182,87	18,66%
1	13	12	12	229	198,58	15,32%
1	14	11	11	240	213,12	12,61%
1	15	10	10	250	226,66	10,30%
2	17	9	18	268	251,22	6,68%
4	21	8	32	300	292,69	2,50%
7	28	7	49	349	349,14	-0,04%
7	35	6	42	391	392,93	-0,49%
6	41	5	30	421	423,97	-0,70%
17	58	4	68	489	492,04	-0,62%
22	80	3	66	555	555,15	-0,03%
56	136	2	112	667	659,27	1,17%
138	274	1	138	805	796,72	1,04%

ANEXO 2

Temáticas de la producción científica en ciencias de la salud durante el período 1990-1998

<i>Temáticas</i>	<i>Número de documentos</i>	<i>%</i>	<i>% Acumulado</i>
Neurociencias	104	12,92%	12,92%
Medicina, General Interna	53	6,58%	19,50%
Pediatría	46	5,71%	25,22%
Medicina, Investigación Experimental	42	5,22%	30,43%
Oftalmología	36	4,47%	34,91%
Enfermedades Infecciosas	35	4,35%	39,25%
Sistema Cardiovascular	34	4,22%	43,48%
Odontología, Cirugía Oral	34	4,22%	47,70%
Transplantes	33	4,10%	51,80%
Radiología y Medicina Nuclear	31	3,85%	55,65%
Medicina Tropical	30	3,73%	59,38%
Oncología	29	3,60%	62,98%
Fisiología	29	3,60%	66,58%
Cirugía	28	3,48%	70,06%
Dermatología, Enfermedades Venéreas	26	3,23%	73,29%
Gastroenterología Hepatología	24	2,98%	76,27%
Psiquiatría	23	2,86%	79,13%
Salud Pública	23	2,86%	81,99%
Endocrinología Metabolismo	15	1,86%	83,85%
Hematología	14	1,74%	85,59%
Inmunología	13	1,61%	87,20%
Obstetricia Ginecología	13	1,61%	88,82%
Urología Nefrología	12	1,49%	90,31%
Reumatología	9	1,12%	91,43%
Sistema Reproductivo	8	0,99%	92,42%
Nutrición y Dietética	7	0,87%	93,29%
Patología	6	0,75%	94,04%
Virología	6	0,75%	94,78%
Bioquímica Biología Molecular	5	0,62%	95,40%
Toxicología	5	0,62%	96,02%
Anatomía Morfología	4	0,50%	96,52%
Biología Celular	4	0,50%	97,02%
Medicina Legal	3	0,37%	97,39%
Ortopedia	3	0,37%	97,76%
Rehabilitación	3	0,37%	98,14%
Anestesiología	2	0,25%	98,39%
Biología	2	0,25%	98,63%
Genética y Herencia	2	0,25%	98,88%
Geriatría y Gerontología	2	0,25%	99,13%
Microbiología	2	0,25%	99,38%
Sistema Respiratorio	2	0,25%	99,63%
Biofísica	1	0,12%	99,75%
Entomología	1	0,12%	99,88%
Ciencias Deportivas	1	0,12%	100,00%

ANEXO 3

Países con los que Puerto Rico colabora en ciencias de la salud. 1990-1998

<i>Países</i>	<i>Número de documentos en los que colabora</i>	<i>%</i>	<i>% Acumulado</i>
Estados Unidos	383	65,58%	65,58%
Alemania	35	5,99%	71,58%
Canadá	32	5,48%	77,05%
España	18	3,08%	80,14%
Reino Unido	16	2,74%	82,88%
Francia	15	2,57%	85,45%
Italia	8	1,37%	86,82%
Suiza	8	1,37%	88,18%
República Checa	7	1,20%	89,38%
Brasil	6	1,03%	90,41%
Bélgica	6	1,03%	91,44%
Corea	5	0,86%	92,29%
Israel	5	0,86%	93,15%
Taiwan	5	0,86%	94,01%
Australia	4	0,68%	94,69%
Nueva Zelanda	4	0,68%	95,38%
Bolivia	3	0,51%	95,89%
Chile	3	0,51%	96,40%
México	3	0,51%	96,92%
Argentina	2	0,34%	97,26%
Líbano	2	0,34%	97,60%
Japón	2	0,34%	97,95%
Austria	1	0,17%	98,12%
China	1	0,17%	98,29%
Colombia	1	0,17%	98,46%
Dinamarca	1	0,17%	98,63%
Finlandia	1	0,17%	98,80%
Grecia	1	0,17%	98,97%
Honduras	1	0,17%	99,14%
India	1	0,17%	99,32%
Holanda	1	0,17%	99,49%
Panamá	1	0,17%	99,66%
Sudáfrica	1	0,17%	99,83%
Venezuela	1	0,17%	100,00%